棗‘台農 13 號-雪麗’於溫室及網室栽培生理特性差異

郭展宏、陳薪喨、邱國棟

農業部農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所熱帶果樹系

摘要

為因應極端氣候，以溫室設施栽培棗是一種新的栽培管理模式，本試驗以棗‘台農 13 號-雪麗’為試驗材料，比較溫室與傳統網室栽培模式差異與進行可行性評估；試驗結果顯示，溫室內光量子大約為網室的 70-80%，溫室設施內光量子達 600-800μmole/m^2·s 以上時，達到光飽和點；營養生長在枝長、葉片數、最大葉長、最大葉寬以溫室的數值高於網室，網室栽培期開花數平均 9.75 朵顯著較溫室 4.44 朵多，結果以溫室較網室較早結果、果實數較多且果實較大，果實品質以溫室栽培果實平均為 121.6 g 略大於網室 119.6 g，總可溶性固形物以溫室平均 13.96 ºBrix 略高於網室 13.32 ºBrix；因此，以溫室栽培棗具有可行性，且果實品質更佳。

關鍵詞：溫室設施、印度棗、果實品質

緒言

棗(*Ziziphus mauritiana* Lam.)果皮翠綠色有光澤，果肉甜、脆、多汁，抗氧化能力強且營養豐富，又稱蜜棗、印度棗、棗子或青棗，起源於南亞和中亞，經阿富汗傳播到北非和印度、華南、馬來西亞、澳大利亞等地；耐旱且環境適應力強，分布區域廣泛且具有非常多樣的基因型，是乾旱及半乾旱地區重要的經濟栽培果樹之一 (Akath and Meghwal，2020)。棗果實除了鮮食外，果實尚可製作成果乾或蜜餞，還有許多加工利用如製成酒類、果汁、醋、或加入糕餅等產品；棗樹運用範圍更廣泛，葉可做動物飼料或提煉萃取物有助於提升免疫力，棗花可用來飼養蜜蜂並供應一部分蜜源及花粉來源，樹皮可做染料，樹幹可做燃料、家具、生物炭，根部萃取物亦有保健功效，全株皆有運用的價值，值得開發多元運用。棗何時傳入臺灣已不可考(陳，1990)，經多年實生後裔的品種選育及栽培技術改進，棗果品質逐漸被消費者肯定，成為冬季特色水果之一，深具出口潛力(邱，2012；2013)；根據2023年農業部農糧署農業統計年報，全臺灣棗種植面積約為1,747公頃，總產量為30,895公噸。主要種植面積為高雄市(占42.2 %)，其次為屏東縣(29.7 %)、臺南市(15 %)。依據農業部(2020)農產品貿易統計資料顯示外銷量從105年406公噸至110年提升至839公噸。

設施栽培為目前常見因應氣候變遷之措施，目前全球應用於蔬菜及花卉類較多；另在果樹方面，因果園需較大生產種植空間，故實際運用相對較少，臺灣果樹初始係應用於網室栽培葡萄、木瓜、棗及無花果等。設施栽培在果樹應用上主要目的有二，第一是保護作物減少外在不良環境對於果樹生長干擾造成的損失，例如防風、防雨、防寒及蟲害防治等；其次為創造果樹生育適合環境，以利產期調節或產量最佳化等管理操作，並提升果實品質穩定生產，近年來許多國家如日本利用設施栽培高級芒果，韓國設施生產柑橘，溫室生產櫻桃及草莓等等。臺灣溫室栽培比較常見的是蔬菜特別是葉菜類、果菜類如小番茄、小黃瓜、甜瓜類等花卉則以洋桔梗、蘭花如蝴蝶蘭、文心蘭為主要，近幾年果樹類如葡萄、芒果、木瓜、棗、藍莓、草莓等莓果類也逐漸開始進入溫室栽培(郭等，2024)。

棗在設施栽培的演進歷史上，第一次為果實蠅防治，於1997年前後開始由露天栽培走入網室栽培(張，1997；1999)，減少蟲害果後提升果實品質並逐漸開始讓消費大眾接受，所以網室栽培也逐漸地被農民朋友接受普及而成為主流。近年來受氣候變遷影響，棗於開花期特別容易遇到連續陰雨導致開花延遲、授粉不良不結果甚至結果後被雨水打落、造成減產甚至完全歉收的情形；另外，採收時遇到寒流及春季降雨及寒害，造成棗果皮開裂，也會造成嚴重的損失；因此，近年來棗開始進入溫室及遮雨設施管理，此種由網室設施進入溫室設施的栽培管理，是屬於進階版的培育模式。以下介紹溫室設施內栽培「台農13號－雪麗」(‘Tainung No. 13-Shirley’，簡稱「台農13號」，‘TN13’)之初步生理特性、生育情形差異及果實品質優缺點，可提供農友及各界有興趣的朋友作為初步的產業參考，且更有利於因應氣候變遷下的棗產業栽培管理之調適，以期未來持續精進共同提升棗產業。

棗於溫室設施內環境差異及光合作用特性

光是直接提供作物葉片行光合作用所需能量，光質影響作物型態發育及生理反應，光週期則是影響開花的重要因子，在農業上測量光單位以光量子(Quantum)表示，單位為μmole/m^2·s(姚，2011)；本試驗同時以光量計(Spectrum牌，3415F型)及光合作用量測照度計(泰仕電子工業，TES-1339P型)，單位為lx；兩儀器同時於晴朗無雲藍天下測定比較鄰近之露天、網室及塑膠布溫室栽培棗之間的光量子及照度差異進行試驗，以同一地點鄰近露天、網室及露天進行量測，每分地選東西南北方向的4個位點，每位點以儀器進行量測4次，後將量測數值進行平均計算；結果如表1，顯示網室大約為露天的80-90%，塑膠布溫室大約為網室的70-80%，塑膠溫室大約為露天的60-70%，顯示栽培在溫室的棗其光量較網室及露天為少；又長年使用之塑膠布溫室其因塑膠布上灰塵及劣化可能導致其光量為露天的45-55%，嚴重時可能更低。

棗為需光量很高的物種，溫室在選擇地點上要盡量選擇無遮蔽物(如竹林、山坡、農舍)的地方興建；另需注意溫室的防雨設施也會減少一些光量子(減少

10-30%)。在棗的生理研究方面，棗光補償點11-49 μmole/m^2·s，光飽和點1808-2000 μmole/m^2·s，光飽和點比一般C3型植物高，但存在飽和點，符合C3型植物特徵，因此認為棗屬於C3型植物，且其光合速率高于一般的果樹，此可能是棗生長快，結果早產量高的原因之一。棗不同品種的需光量是不同的，如'翠蜜'和'土棗'具有較高的光飽和點，表現出較强的需光性，'五千'的光補償點和光飽和點相對于其他品種低，顯示喜光耐陰植物特性，建議溫室栽培可以選擇高產優質，葉片比較小的品種，比較容易栽培(姜等，2003)。

本試驗運用LI-6800(LI-COR公司)量測溫室栽培的台農13號成熟葉片，以觀察開花前葉片光飽和點，結果顯示光補償點在11 μmole/m^2·s (圖1)，因此，在溫室設施內光量子達600-800 μmole/m^2·s以上時，棗葉片可達到光飽和點，而溫室在一般情形其仍需光量子可達1000 μmole/m^2·s；因此，從葉片行光合作用的角度來看推測溫室栽培台農13號具有可行性，未來仍需進一步深入研究棗溫室設施內不同時期及不同品種之光飽和點特性作為生理研究供農友參考；以下進一步觀察溫室與網室栽培試驗下其營養生長、開花結果及果實品質特性情形。

溫室與網室設施內營養生長、開花結果及果實品質差異

為了解棗於溫室及網室(對照組)生長情形差異，試區為高樹林氏農友之溫室及網室，以相同修剪枝管理、肥培管理及授粉方式，調查栽培4年，取東、西、南及北向枝條，每試區隨機抽取 4 株進行調查，比較開花前之營養生長枝長(cm)、枝徑(cm)、分枝數、葉片數、節間長(cm)、最大葉長(cm)、最大葉寬(cm)情形差異，開花結果調查於開始開花後第 15 及 30 天，調查開花之花朵數、結果數及果實發育情形，果實品質差異則於採收適期隨機抽取成熟果實調查平均果重、總可溶性固形物、酸度及糖酸比作為代表。

在台農13號品種營養生長調查情形如表2及圖2A、B，結果顯示枝長、枝徑、分枝數、最大葉長及最大葉寬，均以溫室的數值比較高，但與網室栽培無顯著差異；另溫室栽培之平均葉片數達32.13片較網室20.63片高，差異顯著。推測可能原因為溫室栽培環境較為穩定，植株成長較無受逆境強風、雨水的干擾。

在開花及結果調查顯示，網室栽培的每一莖節開花數平均9.75朵顯著較溫室4.44朵高 (表3及圖2C、D)，唯溫室較網室栽培者結果較早，經統計分析顯示開花第15天其溫室栽培之結果數平均1.31顆，較網室栽培的0.81個多；開花第30天結果數以溫室平均2.31個較網室1.0個多；在果實大小方面以溫室結果較網室的果實在15天時果長平均7.42 m較大，30天時果長平均22 mm較網室3 mm大，果寬的趨勢同果長，顯示栽培於溫室其結果表現優於網室。

果實品質方面結果如表4及圖2E、F，顯示溫室栽培果實平均為121.6g略大於網室119.6g，總可溶性固形物以溫室平均13.96 °Brix略高於網室13.32 °Brix，酸度以溫室0.56%高於網室0.48%，糖酸比表現則以網室28.02明顯高於溫室24.84。

綜上試驗結果顯示台農13號於溫室設施栽培其營養生長如枝長、枝徑、分枝數、葉片數、最大葉長、最大葉寬在數據上略優於網室栽培；開花結果表現雖以網室開花數較溫室高，結果表現則以溫室栽培結果較早、果實發育較快且較大；果實品質也以溫室在果實重量、總可溶性固形物優於網室栽培。因此，以溫室栽培台農13號應具有可行性，且果實品質更佳。

結論與展望

近年受極端氣候加劇之影響，棗在開花結果及果實成熟時特別容易受到損傷，運用溫室設施栽培之技術開發刻不容緩，也亟需政府、學術研究及民間各單位整合共同努力，例如在品種開發上篩選低光飽和點之優質高產品種、開發農膜更優質理想透光特性，以及修剪與授粉技術時期及更精準掌握等等；以期未來能夠準確解決棗產業受氣候影響導致長期生產之不穩定性，達到量產更安全和優質的棗果品。

謝辭

本研究承農業部設施熱帶果樹整合性栽培技術套組驗證與擴散(110-113農科-1.6.7-農-C2)經費補助，感謝農友林春年先生等人多年熱心支援試驗場域及同事陳敬捷協助試驗調查，高碧霜及方信秀支援光量計及照度計使用，一併致上無限謝忱。

引用文獻

1. 行政院農業委員會農業統計年報. 2018. 107 Yearly report of Taiwan's agriculture. Council of Agriculture, Executive Yuan. Taipei, Taiwan. <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=209>.
2. 邱祝櫻. 2012. 印度棗健康管理技術專刊. 高雄區農業改良場技術專刊(NO.3). p. 43.
3. 邱祝櫻. 2013. 台灣棗之栽培及其改進. 園藝之友 157:35-48.
4. 果樹學報 Journal of Fruit Science. 20(6):479-482.
5. 姜小文、易干軍、霍合強、張秋明、周碧容. 2003.毛葉棗光合特性研究.
6. 姚明輝. 2011.光度單位轉換問題之探討.農業試驗所技術服務.2011 年 03 月.85 期. p. 26-29.
7. 陳敏祥. 1990. 本省印度棗栽培品種簡介. 台灣省農業試驗所技術服務 4:11-15.
8. 郭展宏、陳薪喨、邱國棟. 2024.棗溫室設施栽培與管理模式簡介. 園藝之友 222:28-36.
9. 張麗華. 1997. 印度棗網室栽培. 提昇果樹產業競爭力研討會專集III.
10. 張麗華. 1999. 印度棗(*Zizyphus mauritiana* Lam.)果實發育之研究. 國立中興大學園藝學系碩士論文. 台中.
11. 農業統計年報. 113 年 1 月 <https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=195>.
12. Akath S. and . P. R. Meghwal. 2020. Socio-economic and horticultural potential of Ziziphus species in arid regions of Rajasthan India.Genet Resour Crop Evol. 67:1301–1313.

Differences in Physiological Characteristics of Jujube ‘Tainung No.13- Shirley’ Cultivated in Greenhouse and Net House

Jhan-Hong Guo, Hsing-Liang Chen, and Kuo-Dung Chiou

Department of Tropical Fruit Trees, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Ministry of Agriculture.

ABSTRACT

In order to cope with the extreme climate, cultivating jujube in greenhouse facilities is a new cultivation and management model. This experiment uses jujube ‘Tainung No. 13-Shirley’ as the test material to compare the differences between greenhouse and traditional net room cultivation models and conduct feasibility assessment; test The results show that the light quantum measurement in the greenhouse is about 70-80% of that in the grid room. When the light quantum in the greenhouse facility reaches more than 600-800 μmole/m^2·s, the jujube leaves can reach the light saturation point; vegetative growth depends on the branch length, number of leaves, and maximum The leaf length and maximum leaf width in the greenhouse were higher than those in the net room. The average number of flowers blooming in the net room was 9.75, which was significantly higher than that in the greenhouse, 4.44. The results showed that the greenhouse produced fruit earlier, had more fruits and larger fruits than the net room. The average fruit quality of fruits cultivated in the greenhouse is 121.6g, which is slightly larger than that of the net room 119.6g. The total soluble solids are slightly higher than that of the greenhouse, 13.96 °Brix, which is 13.32 °Brix. Therefore, it is feasible to cultivate jujube in the greenhouse, and the fruit quality is better.

Key words: India jujube (*ziphus mauritiana* Lam.), cultivated in greenhouse, fruit quality

表 1. 不同栽培環境的光量子及照度差異。

Table 1. Differences in light quantum and illumination in different cultivation environments.

	栽培環境		
光單位種類別	露天	網室	溫室
光量子(μmole/m^2·s)	1615.5±318.5	1451±89.76	1038.75±6.68
照度(lx)	73105±7505	60720±1700	49447.5±1685.84
	相對百分比(%)		
光量子(μmole/m^2·s)	100	89.76	64.26
照度(lx)	100	83.05	67.64
光量子(μmole/m^2·s)	--	100	71.59
照度(lx)	--	100	81.44

Mean ± standard error (n = 4).

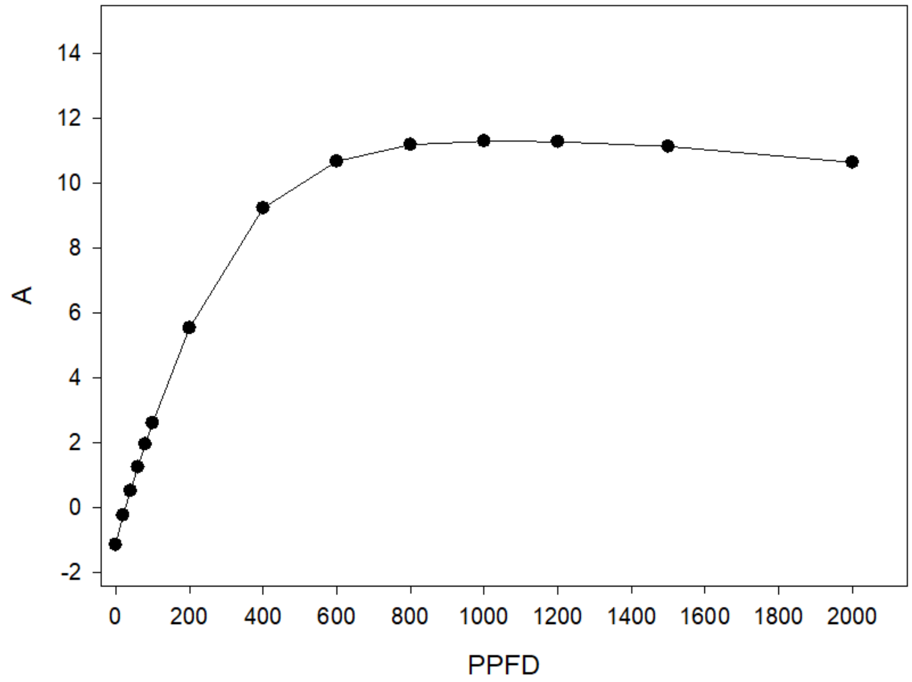

圖1. 棗「台農13號」在溫室設施栽培測量葉片光飽和情形(單位PPFD，光量子：μmole/m^2·s)。

Fig 1. The light saturation of the leaves of jujube ‘TN 13’was measured in greenhouse facilities (unit PPFD, light quantum: μmole/m^2·s).

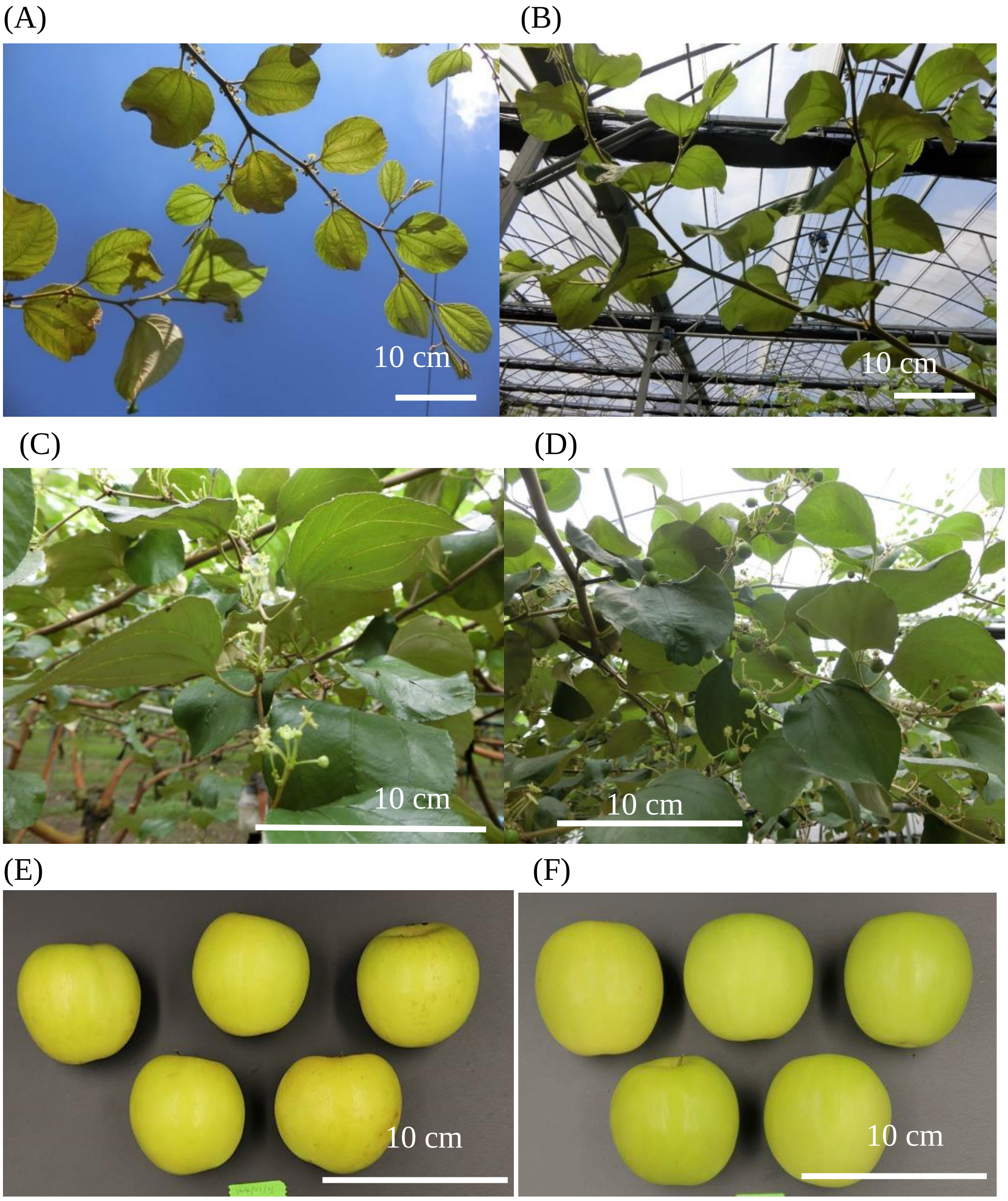

圖 2. 棗「台農 13 號」於溫室及網室栽培生長情形(A)左:網室內的營養生長 (B) 右:溫室內的營養生長 (C) 左:棗網室開花 15 天後結果情形(D) 右:溫室栽培開花 15 天後結果情形(E) 左:網室栽培的果實外觀(F) 右:溫室栽培的果實外觀。

Fig 2. Jujube ‘TN 13’growth in greenhouse and net house (A) Left: Vegetative growth in the net house (B) Right: Vegetative growth in the greenhouse (C) Left: The fruiting situation after 15 days of flowering in the net house (D) Right: The fruiting situation after 15 days of flowering in greenhouse (E) Left: The appearance of the fruit cultivated in the net house (F) Right: The appearance of the fruit cultivated in the greenhouse.

表 2. 棗'台農 13 號'於溫室與網室內的營養生長調查。

Table 2. Investigation on the vegetative growth of jujube 'TN 13' in greenhouse and net house.

	枝長(cm)	枝徑 (cm)	分枝數	葉片數	最大葉長(cm)	最大葉寬(cm)
網室	389.5±15.38a	5.09±0.27a	15.75±0.56a	20.63±1.6b	8.76±0.46a	9.16±0.32a
溫室	393.31±29.38a	5.45±0.2a	16.67±0.49a	32.13±1.19a	9.56±0.35a	9.65±0.33a

Mean ± standard error (n = 4). Means separation within column (capital letter) of same varieties with different production time. Different letters following the value represent significant difference according to t test at $P \leqq 0.05$.

表 3. 棗'台農 13 號' 於溫室與網室內的開花結果調查。

Table 3. Investigation on flowering and fruiting of jujube 'TN 13' in greenhouse and net house.

調查日期	設施種類	開花數	結果數	果實長(mm)	果實寬(mm)
0915	溫室	4.44±0.34b	1.31±0.2a	7.42±0.7	5.83±1
	網室	9.75±0.49a	0.81±0.16b	--	--
0930	溫室	2.75±0.54a	2.31±0.22a	22±1.6a	19.56±0.99a
	網室	5.19±0.5b	1±0.2b	3±0b	2±0b

Mean ± standard error (n=16). Different letters following the value represent significant difference according to t test at $P \leqq 0.05$ within the same date.

表4. 棗'台農13號' 於溫室與網室內的果實品質調查。

Table 4. Investigation on fruit quality of jujube 'TN 13' in greenhouse and net room.

	果重 (g)	總可溶性固形物 (^{o}Brix)	酸度 (%)	糖酸比
網室	119.62±4a	13.32±0.49a	0.48±0.04a	28.02±2.63a
溫室	121.6±4.47a	13.96±0.28a	0.56±0.08a	24.84±2.48a

Mean ± standard deviation (total soluble solids, titratable acidity, Sugar/acid Ratio, n=16. Different letters following the value represent significant difference according to t test at $P \leqq 0.05$.